



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

Relatório de atividade profissional

Bruno Manuel da Costa Viegas Galvão

Relatório apresentado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Supervisor: Prof. Doutor João Cardoso

Lisboa
2013

Resumo

O presente documento enquadra-se no programa de equivalência para obtenção de grau de mestre para licenciados “pré-Bolonha”. Este relatório tem como objetivo caracterizar o percurso realizado no âmbito da engenharia.

As atividades abordadas neste relatório reportam-se ao período 2004 a 2012, com especial foco na experiência profissional como engenheiro de produção na Tyco Electronics (TE).

Enquanto engenheiro na TE e associado ao projeto Battery Disconnect Switch (BDS-A) executei várias tarefas na área da engenharia. O espectro de tarefas desenvolvido foi grande, incluindo a aprovação e alteração de meios de fabrico, aprovação de ferramentas e componentes, planos de correção, realização de documentação para funcionamento da linha, planos de manutenção, etc.

Algumas das atividades decorrentes deste processo serão aqui caracterizadas de forma a mostrar o trabalho desenvolvido nesse período. Para melhor compreender o processo e a empresa será efetuado um enquadramento com a fábrica introduzindo alguns conceitos sobre relés.

Será efetuada uma breve descrição dos principais processos envolvidos na fabricação e dos métodos de controlo utilizados. Posteriormente será apresentada uma ferramenta importante usada na produção de relés, a curva dinâmica. Assim discutir-se-á com maior detalhe o caso particular das curvas dinâmicas do BDS-A e suas especificidades. Será debatido o comportamento de um relé biestável, a influência de um íman permanente no sistema magnético e as alterações que causa na sua curva dinâmica.

No final será apresentado o meu currículo detalhado onde podem ser verificadas as diferentes atividades e funções desempenhadas no período 2004-2012.

Abstract

The following document follows the proceedings on the program of equivalence for students who obtained their five year degree prior to the Bologna agreement and wish to obtain equivalence to the Bologna masters. This document helps show the engineering experience obtained after graduation. Namely this report will include the activities undergone between 2004 and 2012. In this time span there will be a close examination of the activities as an engineer at Tyco Electronics (TE).

Working as an engineer in TE in the Battery Disconnect Switch (BDS-A) production line, several engineering tasks were executed every day. This broad range of tasks roam from device approval or tool approval to maintenance plans and production of line documentation. Some of these activities will be documented in order to show the developed work.

So that the company and its approach are well understood a brief description of their structure will be made. As the main theme will be the production of relays and so that they are well understood, their main principles and categories will be discussed.

Additionally a brief description of the main processes used in relay assembly will be made, introducing the concepts used in production control. Then focus will change to a control tool used in relay production, the relay dynamic curve will be presented and discussed. This curve will be presented for the BDS-A relay, showing the details associated with bi-stable relays.

Finally my resume with special focus on the 2004-2012 time frame will be presented.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
1. O relé.....	1
1.1 Caracterização da TE e dos seus produtos	1
O relé e suas aplicações.....	2
Caracterização geral de um relé.....	2
A curva dinâmica.....	4
1.2 O relé BDS-A.....	6
Breve descrição do processo produtivo.....	7
Controlo do processo	8
A curva dinâmica do BDS-A.....	9
1.3 Discussão	15
2. Curriculum vitae	16
3. Bibliografia.....	23
4. Anexos	24
4.1 Curva dinâmica.....	24
4.2 Especificação técnica do relé BDS-A.....	25

1. O relé

O relé é um componente eletromecânico utilizado em diferentes aplicações nas mais variadas indústrias e equipamentos. Aqui será abordado em particular o relé para aplicações na indústria automóvel.

Com diferentes aplicações os relés utilizados nos automóveis têm diferentes configurações e características. Estas são ajustadas às necessidades de cada aplicação (dimensões, parâmetros elétricos, estanquicidade, tipo de conexão, etc.)

Nos últimos anos os relés têm respondido às solicitações do mercado, evoluindo no sentido de maior fiabilidade, menores dimensões e melhores características (maior capacidade de transporte de corrente, menor consumo de energia, menor custo, etc.).

Atualmente com o crescente aumento do preço dos combustíveis a redução do consumo de combustível é a palavra de ordem na indústria automóvel. Sendo que até 10%¹ do consumo de energia elétrica de um automóvel pode ser atribuído aos seus relés cada vez mais as marcas procuram introduzir nos seus veículos relés biestáveis. Estes permitem reduzir drasticamente o consumo de energia associado aos relés pois estes apenas consomem corrente durante a mudança de estado. No seguimento desta nova necessidade foi desenvolvido o BDS-A. Um produto biestável para aplicações de elevada corrente.

1.1 Caracterização da TE e dos seus produtos

A TE é uma unidade fabril situada em Évora. Esta empresa dedica-se principalmente à produção de componentes eletromecânicos, em particular relés para a indústria automóvel.

Com mais de 30 anos de experiência, a TE tem nos últimos anos expandido a sua produção. Atualmente conta com 27 000m² de área coberta² onde produz mais de 200 milhões de relés anualmente. Neste espaço operam 1650 trabalhadores dos quais cerca de 88 são engenheiros. O corpo de engenharia está dividido pelos diferentes sectores da fábrica. Estes são entre outros os sectores de fabricação de componentes (corte por arrombamento, injeção de plásticos, etc.), ferramentaria (onde são desenvolvidas novas linhas de montagem, peças de reserva para equipamentos, equipamentos de ensaio, etc.), engenharia de produto, qualidade, desenvolvimento de produto, compras, produção, etc.

Uma característica importante da TE é o facto de ter controlo sobre grande parte dos processos envolvidos na produção de relés. No caso de muitos dos relés produzidos o processo é iniciado internamente com a produção de componentes. Estes podem ser componentes produzidos em processos de corte por arrombamento de bandas metálicas (carcaças, âncoras, molas, etc.), injeção de plásticos (corpos de bobina, bases, capas, etc.). Esta capacidade permite ter controlo direto sobre a qualidade e quantidade dos componentes produzidos. Além da produção de componentes outros processos são realizados internamente, entre eles convém salientar os processos de tratamento térmico (recozimento) e processos de tratamento da superfície de componentes. Esta capacidade garante uma aplicação de todo o conhecimento acumulado e a disponibilidade para ter uma intervenção rápida sobre a sua produção. Esta capacidade permite responder a desvios com

¹<http://www.te.com/en/about-te/news/new-products/2012/10/03/f7-latching-relay.html>

²<http://www.te.com/evora/empresa/capacidade.asp>

celeridade. A produção interna de componentes metálicos abrange apenas parte do consumo interno³.

A TE sendo uma empresa que fornece componentes para o ramo automóvel segue rígidas políticas para controlo da produção e possui várias certificações da qualidade implementadas, em particular a ISO 9001 (desde 1993), ISO/TS 16949 (desde 2003) e EN 9100 (desde 2010).

O relé e suas aplicações

O relé é um componente eletromecânico que permite interpretar condições de entrada de um modo predefinido e atuar sobre um outro circuito. Ao serem atingidas as condições de entrada predefinidas o relé causa uma alteração num circuito elétrico associado. As entradas podem ser elétricas, mecânicas, térmicas ou de outro tipo. No presente documento serão discutidos relés como componentes eletromecânicos. Relés cuja entrada é um sinal elétrico e que atuam sobre um circuito elétrico (circuito de potência).

Na indústria automóvel os relés têm as mais variadas aplicações⁴:

- **Segurança** – desligar a bateria quando um veículo sofre um acidente, direção assistida e ABS.
- **Conforto** – fecho de portas, vidros elétricos, ajuste da altura de bancos, aquecimento de vidros e bancos, tetos de abrir, ar condicionado e espelhos elétricos.
- **Funcionamento** – luzes, motor de arranque e limpa para-brisas.

Caracterização geral de um relé

Os relés podem ser de diferentes tipos, alguns dos mais comuns são:

- Relé de fecho – relé em que o seu estado de repouso (não atuado) é o circuito de potência aberto/interrompido, quando são atuados (verificação das condições de atuação no circuito de controlo) fecham o circuito de potência;
- Relé de abertura – relé em que o seu estado de repouso (não atuado) é com o circuito de potência fechado, quando atuado interrompe o circuito;
- Relé de transferência – relé que permite alternar a entrada do circuito de potência com duas saídas distintas. No seu estado de repouso tem a entrada conectada ao circuito de potência A. Ao ser atuado eletricamente muda a entrada do circuito de potência A para o circuito de potência B. Na Figura 1 é possível ver o interior de um relé deste tipo;
- Relé biestável – relé que tendo respondido a uma estimulação na entrada (desde que estas garantam as condições predefinidas, um impulso elétrico com um intensidade e duração pré-definida) irá

³ Internamente são produzidas grandes quantidades de componentes utilizados mas não a totalidade do consumo interno. Existem fornecedores externos para colmatar limitações no corte por arrombamento, na injeção de plásticos, etc.

⁴ A lista de aplicações indicada corresponde a algumas das utilizações típicas de relés em veículos automóveis. Muitas das aplicações nomeadas são constituídas por módulos complexos que incluem relés e outros componentes para desempenhar as funções descritas.

manter o seu estado após o desaparecimento da estimulação. É um relé que mantém o seu estado (aberto ou fechado) sem atuação elétrica contínua.

Um relé do tipo transferência é constituído de um modo geral pelos seguintes componentes:

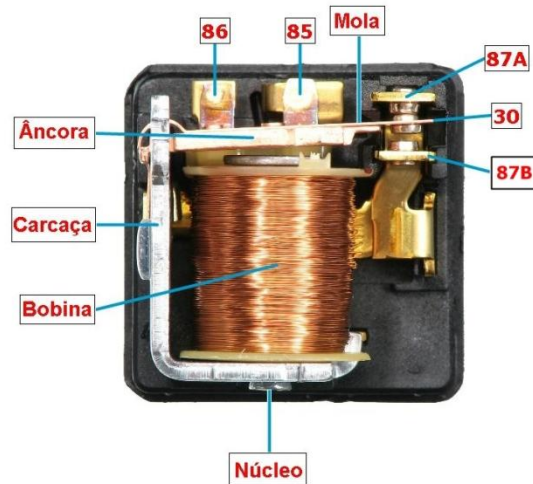


Figura 1 – Interior de um relé de transferência e seus componentes principais.

Na Figura 1 é possível ver um relé e seus componentes principais:

Bobina – é o eletroímã do relé. É através do campo eletromagnético gerado pela passagem de corrente na bobina (circuito de controlo) que o relé pode mudar de estado. As características da bobina têm influência sobre o desempenho elétrico do relé pois estão diretamente relacionadas com a tensão de operação⁵;

Núcleo – componente ferroso, é o condutor do campo magnético gerado. Está colocado no interior da bobina. É a ele que a âncora ficará encostada quando o relé estiver atuado;

Âncora – componente ferroso, é a peça móvel do relé. Tem associada a mola que transporta os contactos. Será a âncora que mantém o circuito fechado por meio do campo magnético gerado na bobina. Este é conduzido através da carcaça e ligado através do núcleo (que quando a tensão de operação é atingida atrai a âncora);

Mola – componente que permite as transições de estado por via da força mecânica que esta gera. Tem influência direta sobre características dinâmicas e elétricas do relé;

Carcaça – componente ferroso, tal como o núcleo serve de condutor magnético. A âncora assenta sobre esta peça;

85 – Terminal de bobina;

86 – Terminal de bobina;

87A – Contacto fixo. Usado para o circuito de potência A (repouso);

⁵ Tensão de operação – valor mínimo de tensão para o qual o relé transita da sua condição de repouso ao estado atuado.

87B - Contacto fixo. Usado no circuito de potência B (atuado);

30 – Contacto móvel. Faz a ligação entre a entrada do circuito de potência e a saída A (repouso) ou B (relé atuado).

O relé enquanto não atuado eletricamente (condição de repouso) a força gerada pela *mola* mantém o circuito de potência A fechado (ligação 30 a 87A). Ao se aplicar uma corrente na bobina, cumprindo as condições mínimas de funcionamento do relé (o valor aplicado tem de ser superior à tensão de operação⁶), gera-se um campo eletromagnético que atrai a *âncora*. A *âncora* ao ser atraída para o núcleo move o contacto 30 que ao se movimentar interrompe o circuito de potência A. A *âncora* ao continuar o seu movimento até se encostar ao *núcleo* fecha o circuito de potência B com o encostar dos contactos 30 – 87A. Se o circuito deixar de ser solicitado eletricamente, por força da mola, retorna à posição inicial fechando o circuito de potência A.

A curva dinâmica

No processo de montagem de um relé são controlados vários parâmetros como diâmetros de rebiteagem, forças de rotura, parâmetros elétricos, distâncias entre componentes do relé, estanquicidade, etc. No entanto, dos parâmetros controlados existe uma ferramenta que retrata perfeitamente o seu funcionamento. Esta ferramenta é a curva dinâmica do relé. Ela representa o seu funcionamento mostrando as forças e distâncias presentes na movimentação da *âncora* entre a sua posição de repouso e até esta se encostar no núcleo quando o relé se encontra atuado. Na Figura 2 podemos ver o exemplo de uma curva dinâmica de um relé de fecho⁷.

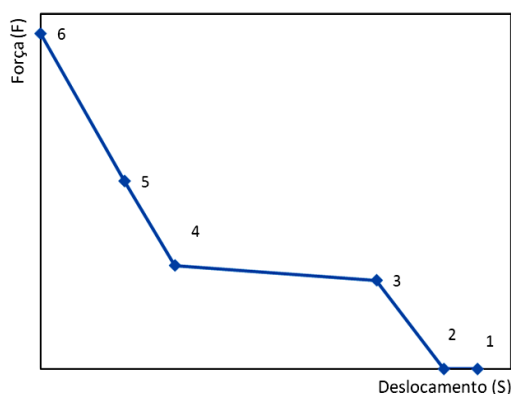


Figura 2 – Curva dinâmica de um relé (Engineer's Relay Handbook, 1996)

A curva dinâmica do relé fornece informação relativamente ao seu comportamento. Indica as forças de mola que têm de ser vencidas para as diferentes fases do processo de fecho de um relé. Adicionalmente indica as folgas entre contactos, núcleo e âncora, etc.

A curva dinâmica é realizada num dispositivo força-deslocamento (F-S) que realiza um registo da força em função da posição da âncora. A curva representa o comportamento do relé partindo da

⁶ Valor elétrico para o qual o relé muda de estado.

⁷ Curva dinâmica realizada entre o seu estado de repouso aberto (ponto 2) e a sua posição final quando atuado eletricamente e corretamente operado (ponto 6)

condição de repouso (relé não atuado) no sentido do fecho até ter os contactos fechado e a âncora encostada ao núcleo.

O dispositivo F-S é constituído por um sensor de força (cuja gama de atuação tem de estar ajustada para a gama de valores de funcionamento do relé) e um sensor de movimento linear. A conjugação destes dois dados permite criar a curva dinâmica. A curva é realizada empurrando a *âncora* sobre um ponto específico desde a sua posição de repouso até esta estar encostada ao *núcleo*.

A curva dinâmica fornece muita informação relevante para o funcionamento do relé. Na Figura 2 temos o exemplo de uma curva. A curva pode ser descrita sucintamente do seguinte modo:

- Ponto 1 – inicia-se o movimento do dispositivo, ainda não existe contacto com a âncora.
- Ponto 2 – ponteira de medição contacta com a âncora. O movimento entre 2 e 3 representa a deformação dos batentes da âncora. Os contactos móveis (que estão sobre a mola) ainda não iniciaram o movimento.
- Ponto 3 – iniciou-se o movimento dos contactos. O movimento entre 3 e 4 corresponde à distância entre contactos.
- Ponto 4 – fecham-se os contactos. No entanto o relé ainda não está em posição de funcionamento, a distância existente entre âncora e núcleo faz com que um pequeno choque possa causar intermitência nos contactos. A distância entre 4 e 6 é designada de sobre-curso. É uma característica importante pois está diretamente relacionada com a força de contacto.
- Ponto 5 – corresponde ao valor mínimo para funcionamento do sobre-curso. Esta característica vai diminuindo com a vida do relé.
- Ponto 6 – a âncora está encostado ao núcleo. O relé apresenta uma elevada força entre contactos⁸ e tem uma resistência ao choque elevada.

⁸ A força entre contactos é importante pois influencia a duração dos contactos (valores mais baixos implicam maior desgaste), resistência ao choque e influencia parâmetros elétricos.

1.2 O relé **BDS-A**

O BDS-A é o fruto do trabalho efetuado pela equipa do departamento de desenvolvimento de Berlim da TE. Esta equipa concretizou o produto e produziu a respetiva linha de produção.

Com a fase de desenvolvimento a aproximar-se do final, em Junho de 2005, e com a linha de produção quase finalizada, a TE Évora deslocou uma equipa de arranque de produção para a Alemanha, onde durante 6 meses aprofundou o conhecimento do produto e processos. Lá acompanhámos as últimas alterações ao produto e processos. Garantindo assim a transferência e arranque de produção em Portugal de um processo produtivo estável.

O BDS-A (Figura 3) é um relé biestável, produzido para aplicações de corrente contínua com 12 e 24 V. Este pode suportar corrente até 190 A⁹. Esta capacidade permite a sua utilização no acionamento de motores de arranque, na comutação de baterias, em sistemas de pré-aquecimento de motores diesel ou qualquer sistema onde for necessário comutar valores de corrente até 190A.



Figura 3 – o relé **BDS-A**.

Com uma forma e dimensões diferentes das apresentadas anteriormente, o BDS-A apresenta um funcionamento idêntico a qualquer relé. Na Figura 4 é possível identificar os principais componentes do relé. Estes têm uma forma um pouco diferente dos apresentados na secção anterior no entanto desempenham as mesmas funções.

Apesar do BDS-A assentar sobre os conceitos anteriormente apresentados, convém salientar algumas particularidades:

- É um relé biestável com capacidade para 190 A. Para mudar de estado o relé tem duas bobinas, uma utilizada para o circuito usado no fecho e outra para o circuito de abertura;
- Devido à capacidade de suporte de picos de corrente até 1500 A, tem a necessidade de um componente adicional, o *escudo*. Este componente tem o propósito de evitar que a passagem de corrente pelo circuito de carga mude o estado do relé¹⁰;
- Terminais de carga adequados para suportar ligação a cabos de secção 50 mm²;
- Duplo fecho – indica que o circuito é fechado através de dois contactos (soldados no componente designado por *ponte de contactos* (Figura 4) que ligam terminais A e B.

⁹Características de funcionamento de acordo com especificação técnica (esta encontra-se em anexo).

¹⁰A passagem de corrente (quando sujeita a valores muito elevados) nos contactos cria um campo magnético que pode influenciar o sistema magnético permanente, a função deste escudo é minimizar esse efeito garantindo que o funcionamento do relé não é influenciado pela passagem de corrente pelo circuito garantindo os parâmetros especificados.

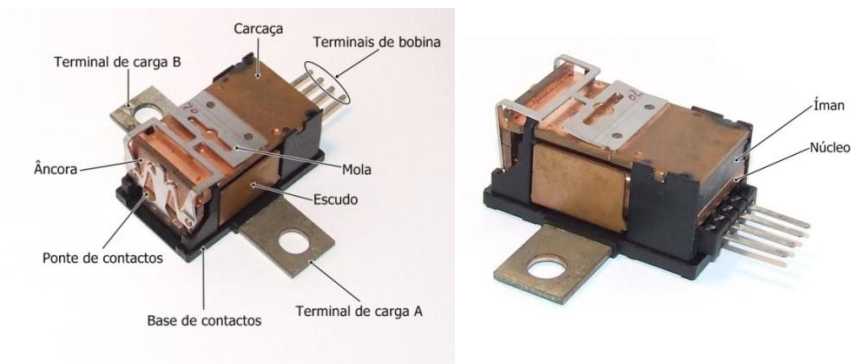


Figura 4 – Componentes principais do BDS-A.

Breve descrição do processo produtivo

O processo de fabricação do BDS-A envolve vários tipos de processos. Resumidamente o processo pode ser descrito como se segue¹¹.

A produção de um relé inicia-se com a fabricação dos componentes que o constituem. Provenientes de fornecedores exteriores são rececionadas as matérias-primas, na forma de bandas metálicas para corte por arrombamento dos vários componentes metálicos ou granulado para injeção de plásticos.

No caso das bandas metálicas, as peças são produzidas em ferramentas progressivas. Estas no caso de componentes ferrosos são, após o corte, rebarbadas e recozidas¹² (é o caso das âncoras, núcleos, carcaças, etc.). Dos componentes metálicos produzidos muitos são sujeitos a tratamentos de superfície para proteção contra a corrosão (é o caso da âncora, núcleo, terminais de carga, terminais de bobina, etc.). No caso das peças plásticas o material é rececionado, preparado e injetado para formar os diferentes tipos de componentes plásticos do relé.

Os componentes produzidos são sujeitos a um controlo dimensional nos departamentos onde foram transformados. Com a validação dos lotes produzidos, estes são empacotados e enviados para um controlo adicional realizado pelo Departamento de Metrologia. Mediante a aprovação do lote fabricado os componentes são armazenados e posteriormente usados na produção ou devolvidos.

Os diferentes componentes, devidamente aprovados, chegam à linha de montagem onde iniciam o seu fluxo produtivo. A eles são adicionados outros componentes, previamente revistos e aprovados para produção, provenientes de fornecedores exteriores (por exemplo: bandas de contactos, fio de bobina, díodos, entre outros). Estes componentes são depois montados em cada posto de trabalho de acordo com o fluxo produtivo estabelecido até formar o relé completo.

No fluxo produtivo do relé BDS-A podem ser identificados vários subconjuntos até se obter o relé completo. Um subconjunto importante é a *bobina*. Ela é um dos primeiros conjuntos a ser formado e é constituído pelo corpo plástico e pelos *terminais de bobina*. Posteriores à montagem dos terminais são efetuadas duas bobinagens e a respetiva soldadura do fio aos terminais de bobina.

Paralelamente à *bobina* é formado outro conjunto, este inicia-se com a calibração das *molasses* e soldadura dos contactos na *ponte de contactos*. Com estes componentes fabricados segue-se a sua

¹¹ A descrição apresentada é apenas representativa dos principais processos de modo a não se tornar demasiado exaustiva.

¹² O recozimento é importante para a redução das forças coercitivas. Com forças coercitivas baixas o campo magnético residual do componente é baixo.

ligação. A *ponte de contactos* e a *âncora* são rebitados na *mola* formando o conjunto *mola/âncora/ponte de contactos* (MCA).

Com os dois conjuntos anteriores concretizados o passo seguinte consiste em montar na *bobina* o *núcleo* e efetuar a sua colagem. Após a colagem é posicionado o *íman*, *carcaça* e MCA. Estes são ajustados e colados seguindo-se a estufa para efetuar a cura da resina que fixará o *núcleo*, *íman* e *carcaça* em posição. Paralelamente são soldados e calibrados os contactos na base. Após arrefecimento dos componentes é colocado o *escudo* no sistema magnético (conjunto *bobina* e MCA) seguindo-se o ajuste da força da *mola* e a sua soldadura (um laser realiza uma soldadura por pontos entre a *mola* e a *carcaça*.)

Com o sistema magnético completo e ajustado é necessário ajustar as folgas do relé. O sistema magnético é montado na base de contactos e estes são colocados num dispositivo que ajusta e mede as folgas. Este dispositivo realiza uma fixação preliminar que posteriormente será fortalecida. Este conjunto já tem a configuração final e está pronto para ser fechado. O próximo processo consiste em aspirar o relé para a remoção de partículas introduzidas pelos processos ou manuseamento.

Com o relé na sua configuração final segue-se a montagem da capa e a sua colagem. Esta colagem garante a fixação final da base e a estanquicidade especificada para o relé. Após a cura da resina e arrefecimento são iniciados os ensaios ao produto. É testada a estanquicidade e são realizados ensaios elétricos. Os relés aprovados são gravados com a norma correspondente. Estes dados são registados sobre a capa através um laser de gravação.

Finalmente o relé é empacotado e armazenado. A disponibilidade para envio do lote produzido é obtida após um ensaio de validação (efetuado de acordo com o plano de controlo de qualidade especificado para cada produto) do lote. Neste ensaio são verificadas as especificações do cliente em equipamentos alternativos aos usados na produção. Com a aprovação do lote no ensaio os relés ficam disponíveis para envio para o cliente.

Controlo do processo

As operações realizadas sobre componentes na linha de montagem BDS-A podem ser automáticas ou manuais. No sentido de minimizar o risco de defeitos, os processos foram, na maior parte dos casos, automatizados. Cabe ao operador posicionar os componentes nos dispositivos para realizarem as diferentes operações, removê-los e verificar as características do processo.

As características a controlar para cada processo são definidas na documentação da linha. A documentação da linha é constituída por vários documentos, dos quais os principais são:

- Análise de Efeitos e Modo de Falha Potencial (FMEA) - No FMEA são identificados possíveis modos de falha do processo e os controlos existentes para os prevenir. Este documento é realizado com base na experiência da equipa e é atualizado caso se detetem novos modos de falha, prevenções ou alteração das condições em que foi elaborado;
- Plano de controlo – O plano de controlo é realizado com base no FMEA, lá são concretizadas todas as medidas definindo características, frequências e limites de controlo;
- Carta de controlo – concretiza para cada posição de trabalho quais as características a controlar, frequência e modo de ensaio. Esta ferramenta é utilizada pelos operadores para verificar e registar características controladas;

- Instruções de ensaio – definem o correto modo de utilização dos meios de ensaio. É com base neste documento que os operadores realizam os ensaios das características especificadas;
- Instruções de fabrico – definem a correta utilização dos equipamentos.

A verificação do processo não fica no controlo dimensional, os valores medidos são registados e avaliados usando controlo estatístico do processo (CEP). Esta ferramenta permite avaliar a estabilidade do processo verificando não só os limites impostos como a variação inerente ao processo. Com estes dados é possível detetar instabilidades nos processos, sendo possível intervir antes da ocorrência de defeitos tentando identificar as causas da variação impedindo a produção de defeitos ou garantindo a sua contenção imediata.

A curva dinâmica do BDS-A

O BDS-A como relé biestável, pela presença de íman permanente no seu sistema magnético, tem um comportamento um pouco diferente do apresentado anteriormente. Ao efetuarmos uma curva dinâmica no sentido do fecho do relé obteremos uma curva idêntica à da Figura 5.

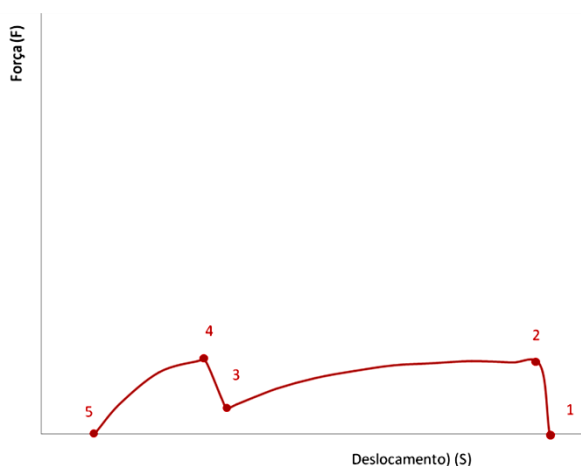


Figura 5 – curva dinâmica não compensada¹³ do relé BDS-A

Desprezando os efeitos do atrito, a curva corresponde ao movimento da âncora entre a posição de repouso para o relé aberto e a posição de repouso (fechado) com a âncora encostada ao núcleo. Esta curva pode ser descrita do seguinte modo:

- Ponto 1 a âncora encontra-se na posição de repouso com os contactos abertos encostada aos batentes da bobina. Entre 1 e 2 a o corpo de bobina recupera elasticamente. Os contactos ainda não se movimentaram.
- Ponto 2 – os contactos iniciam o seu movimento. A distância entre 2 e 3 corresponde à distância de contactos¹⁴. A força medida no ponto 2 corresponde à força de repouso. A força de repouso garante a

¹³ Em anexo encontra-se a curva dinâmica original usada para obter os dados a figura.

¹⁴ A distância de contactos influencia a tensão para a qual o relé fecha os contactos. Se esta dimensão for muito grande a tensão aumentará, se este valor foi muito pequeno formar-se-ão arcos nos contactos com uma duração elevada o que causará degradação dos mesmos.

resistência ao choque do relé e está relacionada com a tensão de operação. A força¹⁵ registada vai diminuindo conforme nos vamos aproximando do núcleo por influência do campo magnético gerado pelo íman permanente.

- Ponto 3 – fecha-se o primeiro contacto. Neste momento a mola dos contactos começa a surtir efeito e é essa a razão pela qual vemos um aumento na força medida. Em breve o efeito do campo magnético começa a intensificar-se mais que a força da mola e a força medida volta a diminuir.
- Ponto 4 – a força magnética é igual à força das molas. Uma pequena aproximação do núcleo faz com que a âncora seja atraída até se encostar a ele.
- Ponto 5 - O valor da força registada é zero, daqui em diante a força terá o sentido oposto (sendo que o método utilizado consiste em empurrar a âncora após este ponto ter-se-ia que puxar a âncora).

A curva apresentada na Figura 5 fornece informação sobre o comportamento do sistema magnético mas não representa toda a realidade. De forma a obter-se informação adicional é necessário representar a curva dinâmica compensada. Esta curva consiste em eletricamente eliminar o efeito do íman permanente e realizar a curva dinâmica novamente. O resultado é uma curva idêntica à apresentada na Figura 2. Na Figura 6 podemos ver uma curva dinâmica realizada eliminando campo magnético do íman com compensação elétrica na bobina.

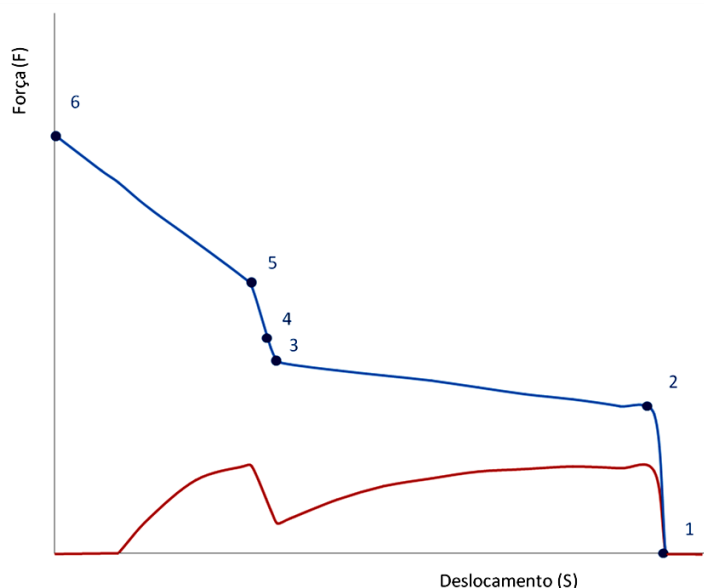


Figura 6 – curva dinâmica compensada (linha azul).

A curva dinâmica da Figura 6 descreve o comportamento do relé como se este não incluísse um íman permanente. É possível de imediato identificar alguns dados:

¹⁵ Esta força é denominada de força da mola da âncora. Neste percurso a mola apenas atua sobre a âncora.

- A força no ponto 2 é superior ao valor registado na curva não compensada. A diferença é a força exercida pelo campo magnético gerado pelo íman permanente do sistema (esta é realizada no sentido oposto à força da mola).
- Entre o ponto 2 e 3 temos um comportamento linear, verificamos uma recta com o declive constante (constante da mola). Esta força corresponde à denominada força da mola da âncora e está associada à zona da mola indicada na Figura 7.
- O ponto 3 corresponde ao fechar do primeiro contacto e o ponto 4 ao fechar do segundo contacto. É com o fechar do segundo contacto que o circuito eléctrico de potência se fecha. A distância entre o ponto 3 e 4 corresponde ao desfasamento de contactos. Esta característica é importante pois quanto maior o desfasamento maior será o desgaste no segundo contacto (desgaste este que vai progredindo com a utilização). O desgaste é causado pelos arcos eléctricos que se formam no fecho e na abertura dos contactos. O aumento do declive da recta deve-se ao associar do efeito da mola da âncora com a mola dos contactos.
- O ponto 5 corresponde a uma mudança da constante da mola. Esta variação de declive é obtida através de uma mudança de secção da mola. Esta mudança de secção é obtida pelo funcionamento da mola sobre um pino saliente na âncora. Com o aumentar da força a mola passa a rodar sobre o pino saliente na âncora verificando-se uma redução da secção resistente pelo que se verifica uma diminuição na constante da mola. Esta metodologia é usada para garantir valores adequados de força de contacto com sobre-curso¹⁶ pequeno.
- O ponto 6 corresponde à *âncora* encostada ao *núcleo*.

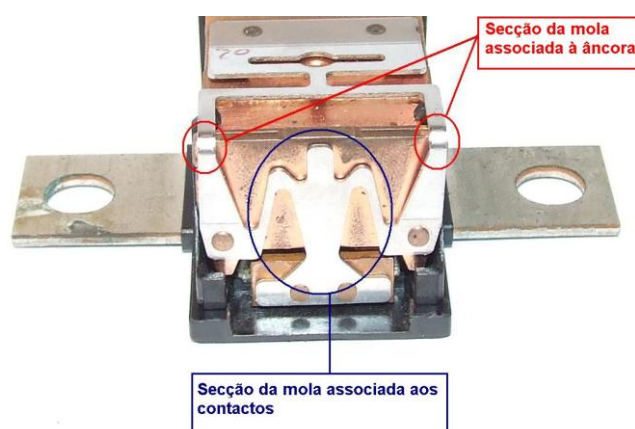


Figura 7 – As diferentes partes constituintes da mola. Zona associada à âncora e zona associada aos contactos.

¹⁶ O sobre-curso consiste na distância entre a âncora e o núcleo medida no momento em que se fecha o primeiro contacto. O sobre-curso é fundamental no funcionamento do relé pois determina a força entre os contactos. A força entre os contactos é fundamental visto estar diretamente relacionada com a condutividade (quanto maior a força maior a condutividade). Valores pequenos de sobre-curso implicam menor reserva contra degradação dos contactos e menor força de contacto o que implica maior resistência entre contactos. Valores de sobre-curso elevados implicam menor resistência ao choque.

A curva dinâmica da Figura 6 representa a componente de forças da mola, no entanto, avaliando as duas curvas anteriores podemos inferir a curva magnética do relé. A curva magnética representa o efeito do sistema magnético sobre a *âncora*. No caso do BDS-A corresponde ao efeito do íman permanente sobre a *âncora*, assim com base nos dados apresentados anteriormente subtraindo à curva dinâmica não compensada¹⁷ a curva dinâmica compensada obtém-se a curva magnética do relé. Esta curva pode ser visualizada na Figura 8. É possível de imediato verificar que o sentido da força é o oposto ao medido nas outras curvas e que esta tem um comportamento diferente. Esta curva deverá apresentar um comportamento idêntico ao da curva magnética da bobina. Sendo que a

Equação 1 determina as forças magnéticas da bobina sobre a *âncora* num relé (Engineer's Relay Handbook, 1996):

$$F = \frac{2\pi M^2}{A\left(R_0 + \frac{x}{A}\right)^2} \quad \text{Equação 1}$$

Com:

F = força aplicada pelo sistema magnético sobre a *âncora*

$M = nI$

n – número de enrolamentos da bobina

I – corrente a que a bobina está sujeita

A – Área do núcleo

x – Distância entre o núcleo e a *âncora*

R_0 – Relutância magnética do ferro no sistema magnético

¹⁷ Visto esta curva terminar a sua medição antes de encostar ao núcleo foi necessário extrapolar os restantes dados. Estes foram extrapolados com base na tendência da curva.

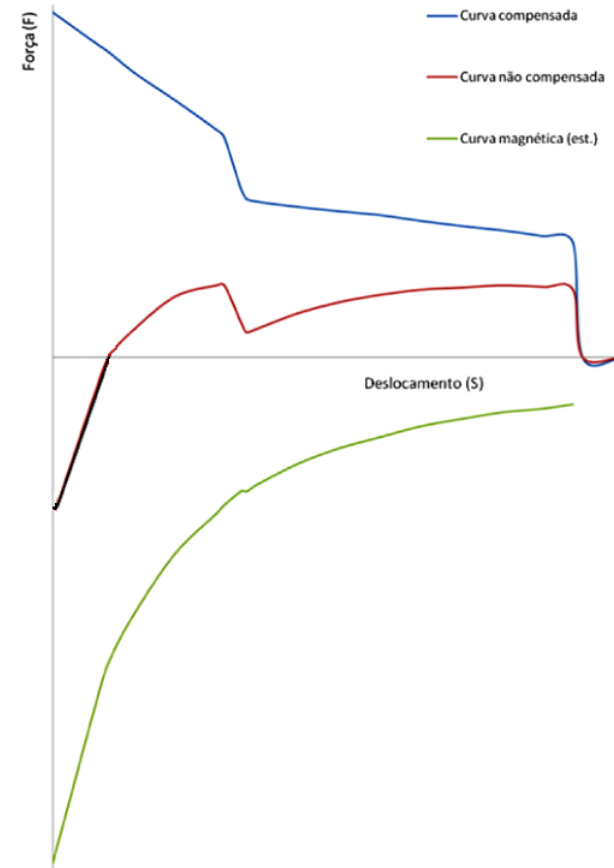


Figura 8 – Curva dinâmica e curva magnética estimada do BDS-A

Considerando por aproximação que o sistema magnético do BDS-A terá um comportamento idêntico (desprezando atrito, etc.) a curva magnética deverá obedecer à Equação 1. Então reordenando a equação anterior podemos chegar a:

$$F = \frac{2\pi AM^2}{(AR_0 + x)^2} = 2\pi AM^2 \frac{1}{(AR_0 + x)^2} \quad \text{Equação 2}$$

Assumindo $2\pi AM^2 \cong cte$ (e neste caso estarão relacionadas com as características do íman permanente e não com a bobina) e $AR_0 \cong cte$, obtém-se $F = f\left(\frac{-1}{(x)^2}\right)$. Resultado que é possível verificar na Figura 8.

Sendo que o resultado anterior é interessante é possível ir um pouco mais longe com dados existentes e determinar uma equação teórica aplicável. Assim por aproximação foi possível chegar à conclusão que $F \cong \frac{-360}{(0,25+x)^2}$. Utilizando a equação anterior para calcular os valores das forças podemos verificar, a partir da Figura 9, que para o caso estudado o comportamento medido é muito idêntico ao teórico esperado.

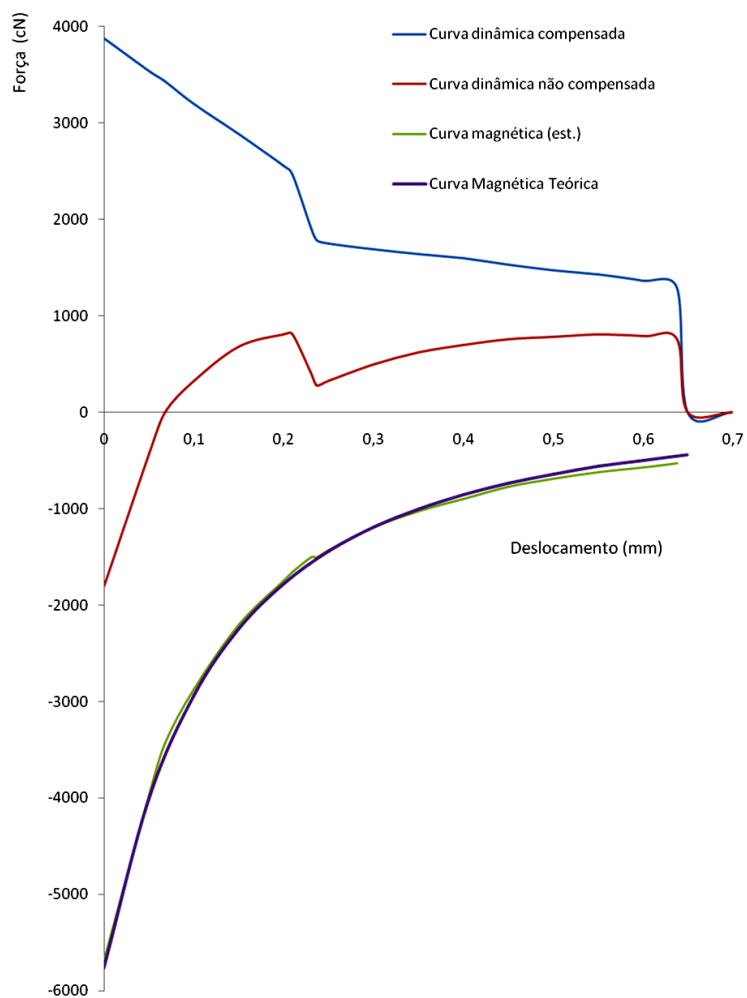


Figura 9 – Curvas dinâmicas e curvas magnéticas estimadas e teóricas do BDS-A.

1.3 Discussão

A curva dinâmica é uma ferramenta muito útil pois reflete o comportamento do relé e os seus componentes. A curva dinâmica representa o comportamento do relé do ponto de vista das forças e das distâncias percorridas pelos componentes durante a sua operação. Foi possível verificar que o comportamento do relé BDS-A é idêntico a qualquer relé caso se elimine o efeito do íman permanente no circuito. Adicionalmente foi possível concluir que o comportamento teórico esperado para o relé é válido.

As curvas magnéticas são interessantes mas revelam pouca informação sobre o produto e são mais utilizadas no desenvolvimento do produto. Nesse cenário ajudam a dimensionar as características do sistema magnético e estabelecer parâmetros para definição da especificação do relé. Na produção, a curva dinâmica tem uma quantidade de informação muito superior e de inferência direta sobre parâmetros críticos no relé como a tensão de operação ou a duração de vida. Em produção o recurso às curvas magnéticas acontece quando é necessário avaliar problemas relacionados com o sistema magnético (bobina, peças metálicas ou íman). Elas podem permitir identificar variações no revestimento das peças, alteração de propriedades do fio de bobina, etc.

2. Curriculum vitae



Curriculum Vitae

Informação pessoal

Apelido(s) / Nome(s) próprio(s) **GALVÃO, Bruno Manuel da Costa Viegas**
Morada N°145 4º Esq, Calçada da Tapada, 1300-541 Lisboa, Portugal
Telefone +351 96 498 1200
Fax
Correio eletrónico brunogalv@gmail.com
Nacionalidade Português
Data de nascimento 3 de Junho de 1977
Sexo Masculino

Área funcional Engenharia mecânica

Experiência profissional

Datas Dez 2007 a 2012
Função ou cargo ocupado Responsável de produção
Principais atividades e responsabilidades

- Análise das propostas de clientes, projeto, orçamentação.
- Melhoramento do processo produtivo das carroçarias VersusCar:
- Redução de peso nas construções
- Otimização do processo
- Alterações no desenho de perfis proprietários para redução de custos
- Melhoramento do sistema de abertura
- Mudanças de materiais (redução de custos e tempos de montagem)
- Preparação de desenhos para submissão de projetos modelo
- Gestão de stocks
- Contribuição para a estratégia da empresa e de capacidade produtiva
- Calendarização das obras e reparações a efetuar

Nome e morada do empregador Publicação, Camarões
Tipo de empresa ou sector Construção de carroçarias especiais para publicidade, eventos/equipamentos relacionados.

Datas	Junho de 2004 – Outubro 2007
Função ou cargo ocupado	Eng.º de planeamento técnico
Principais atividades e responsabilidades	<p>Junho de 2004 – Agosto de 2004 – formação numa linha automática de produção de relés para a indústria automóvel.</p> <p>Agosto de 2004 – Junho de 2005 – resp. 1 linha semiautomática, acumulando em Dezembro de 2004 uma 2ª linha de produção de relés para a indústria automóvel.</p> <p>Junho de 2005 – Outubro 2005 - preparação da transferência de uma nova linha de produção de um novo produto. Permanência em Berlim (Alemanha) para acompanhamento da fase final do desenvolvimento do produto. Acompanhamento do desenvolvimento final da linha e coordenação do departamento alemão com a fábrica em Portugal.</p> <p>Outubro de 2005 – Outubro 2007 - arranque da linha desenvolvida em Berlim, preparação e arranque de novos produtos para a mesma linha. Aprovação da linha com o Eng. da qualidade.</p> <p>Responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Responsabilidade técnica pelo equipamento de produção. ○ Decisão sobre qualidade de componentes e produto (processo produtivo). ○ Planeamento da manutenção <p>Documentação:</p> <p>Instruções de serviço</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Planos de inspeção da produção ○ Planos de controlo ○ FMEA ○ Folhas de controlo de parâmetros (Checklists)
Principais atividades e responsabilidades	<p>Processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aprovação de meios de ensaio (testes de repetibilidade e reprodutibilidade) ○ Aprovação de meios de fabrico ○ Definição de dimensões/características significativas e controlos a efetuar ○ Melhoramento de processos ○ Aplicação de métodos CEP para verificação da estabilidade de processos. ○ Apoio ao planeamento de produção ○ Redução de custos ○ Prevenção e resolução de problemas.
Nome e morada do empregador	Tyco Electronics - Componentes eletromecânicos Lda., Évora
Tipo de empresa ou sector	Componentes eletromecânicos para a indústria automóvel

Educação e formação	
Datas	Novembro de 2005
Designação da qualificação atribuída	Formação de segurança química/Industrial
Principais disciplinas/competências profissionais	Perigos envolvidos no manuseamento de equipamentos industriais e substâncias nocivas presentes no ambiente fabril. Cuidados, prevenções e contenção em caso de acidente
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	Tyco Electronics – Responsável de segurança Industrial
Datas	Setembro de 2005
Designação da qualificação atribuída	Certificado de operação de lasers de soldadura (Trumpf)
Principais disciplinas/competências profissionais	Formação em noções básicas de operação de lasers industriais, tipos, aplicações. Normas de segurança em utilização e manutenção de unidades.
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	Tyco Electronics Berlim
Datas	Fevereiro 2005 – Abril 2005
Designação da qualificação atribuída	Six Sigma GreenBelt
Principais disciplinas/competências profissionais	Formação Six Sigma (Operations GreenBelt) Formação nas estratégias Six Sigma <ul style="list-style-type: none"> ○ Filosofias (LEAN, 6 sigma) ○ Técnicas de abordagem de problemas ○ Técnicas de análise de processos e equipamentos (CEP, mapeamento de falhas, R&R) ○ Técnicas de melhoramento ○ Gestão de conflitos ○ Execução de um projeto real, adaptado à minha linha de produção
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	Tyco Electronics Évora
Datas	Outubro de 2004
Designação da qualificação atribuída	Gestão de recursos humanos

Principais disciplinas/competências profissionais	Gestão de recursos humanos <ul style="list-style-type: none"> ○ Determinação do perfil de cada indivíduo ○ Técnicas de gestão, e âmbitos da sua aplicação ○ Gestão de conflitos ○ Critérios de avaliação de desempenho
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	TycoElectronics Évora
Datas	Agosto de 2004
Designação da qualificação atribuída	Conhecimentos básicos de relés
Principais disciplinas/competências profissionais	Definição dos conceitos básicos de relés automóveis <ul style="list-style-type: none"> ○ Construção e componentes ○ Âmbitos de aplicação ○ Principais aspetos construtivos ○ Principais parâmetros controlados, elétricos e mecânicos ○ Principais problemas detetados, causas e consequências ○ Impactos e definições dos conceitos de duração de vida ○ Principais problemas detetados no cliente, cuidados especiais e consequências
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	TycoElectronics – Responsável do desenvolvimento de produto
Datas	1995 – 2004
Designação da qualificação atribuída	Licenciado em Engenharia mecânica

Principais disciplinas	3 Anos de formação generalista <ul style="list-style-type: none">○ Matemática○ Física○ Química○ Mecânicos dos fluidos○ Mecânica dos sólidos○ Termodinâmica○ Cálculo numérico○ Cálculo computacional																		
	2 Anos de especialização em Automação e robótica <ul style="list-style-type: none">○ Controlo de sistemas○ Gestão/economia○ Gestão da produção																		
	Trabalho de final de curso Controlo de uma coluna de flutuação.																		
Nome e tipo da organização de ensino ou formação	Instituto Superior Técnico – Universidade																		
Aptidões e competências pessoais																			
Língua materna	Português																		
Outra língua	Inglês																		
Autoavaliação	Muito bom																		
Nível europeu (*)	<table><tr><td colspan="2">Compreender</td><td colspan="2">Falar</td><td rowspan="2">Escrita</td></tr><tr><td>Compreensão Oral</td><td>Leitura</td><td>Interação Oral</td><td>Produção Oral</td></tr><tr><td>C2</td><td>C2</td><td>C2</td><td>C2</td><td>C1</td></tr></table>					Compreender		Falar		Escrita	Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral	C2	C2	C2	C2	C1
Compreender		Falar		Escrita															
Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral																
C2	C2	C2	C2	C1															
Outra língua	Francês																		
Autoavaliação	Médio																		
Nível europeu (*)	<table><tr><td colspan="2">Compreender</td><td colspan="2">Falar</td><td rowspan="2">Escrita</td></tr><tr><td>Compreensão Oral</td><td>Leitura</td><td>Interação Oral</td><td>Produção Oral</td></tr><tr><td>B1</td><td>B1</td><td>B1</td><td>A2</td><td>A2</td></tr></table>					Compreender		Falar		Escrita	Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral	B1	B1	B1	A2	A2
Compreender		Falar		Escrita															
Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral																
B1	B1	B1	A2	A2															
Outra língua	Espanhol																		
Autoavaliação	Médio																		
Nível europeu (*)	<table><tr><td colspan="2">Compreender</td><td colspan="2">Falar</td><td rowspan="2">Escrita</td></tr><tr><td>Compreensão Oral</td><td>Leitura</td><td>Interação Oral</td><td>Produção Oral</td></tr><tr><td>B1</td><td>A2</td><td>A2</td><td>A2</td><td>A1</td></tr></table>					Compreender		Falar		Escrita	Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral	B1	A2	A2	A2	A1
Compreender		Falar		Escrita															
Compreensão Oral	Leitura	Interação Oral	Produção Oral																
B1	A2	A2	A2	A1															

Aptidões e competências sociais	<p>É social e tem capacidade de comunicar. É velejador federado. É praticante de BTT e escalada, nas suas diferentes.</p> <p>Pratica desportos aquáticos desde pesca submarina ao windsurf.</p> <p>Interessa-se em cinema, música rock e literatura (em especial policial, ficção científica e documentação técnica)</p> <p>Já visitou vários países, incluindo Espanha, França, Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos</p>
Aptidões e competências de organização	<p>Participou na organização de duas feiras do automóvel no IST em 96 e 97 e no Robótica 2004</p> <p>em Lisboa.</p> <p>Deu explicações a alunos do secundário durante cerca de 3 anos.</p> <p>Deu cursos de Windows a delegados de propaganda médica e aulas de vela.</p>
Aptidões e competências de organização	<p>Desenvolveu competências organizacionais, de planeamento e de orçamentação durante a gestão da produção de duas linhas de relés automóveis.</p> <p>Desenvolveu competências no âmbito da certificação e aprovação de um novo produto ao participar no lançamento de um novo produto com o arranque e aprovação de uma linha de produção.</p> <p>Desenvolveu técnicas de trabalho em equipa pela participação em equipas de vela de barcos até 10 tripulantes, bem como na integração de equipas pluridisciplinares no desenvolvimento de produtos e otimização de processos.</p>
Aptidões e competências técnicas	<p>Manuseamento de vários equipamentos eletrónicos, como por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Fontes de tensão e corrente ○ Osciloscópios eletrónicos e analógicos ○ Termo par ○ Multímetros ○ Pinças amperimétricas ○ Vários tipos de sensores ○ Lasers industriais de marcação, soldadura

Aptidões e competências informáticas	<p>Muito boas competências no uso de computadores e software, em particular:</p> <p>Ferramentas Microsoft:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Microsoft Windows (NT,98,200,XP,Vista) ○ Microsoft Office – Excelentes conhecimentos de Word, Excel (macros, etc.), PowerPoint, MS ○ Project e Visio. <p>Tem facilidade na utilização de ferramentas informáticas e equipamentos eletrónicos, em particular:</p> <p>- Programação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ C/C++ - Excelentes conhecimentos ○ Pascal - Excelentes conhecimentos ○ Fortran 90 – Bons conhecimentos ○ VBA – conhecimentos no âmbito de pequenas aplicações e macros ○ Calculo matemático: ○ Ansys – bons conhecimentos ○ Matlab – excelentes conhecimentos ○ Maple – médios conhecimentos
Aptidões e competências informáticas	<p>- Desenho:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Autocad – Excelentes conhecimentos ○ Inventor – Bons conhecimentos ○ Solidworks – Bons conhecimentos
Aptidões e competências artísticas	Gosta de tocar viola, guitarra elétrica. Foi praticante de artes marciais durante 3 anos.
Outras aptidões e competências	Possui carta de marinheiro e possuiu certificação como nadador salvador entre 1993 e 1997
Carta de condução	Carta de condução de ligeiros
Informação adicional	<p>Contacto para referência na Tyco Electronics – Sr. Ricardo Pereira</p> <p>Contacto para referência na Publicação – Sr. José Cabral</p>
Anexos	

3. Bibliografia

Potential failure mode and effects analysis, 3rd Edition, Daimler Chrysler Corporations, Ford Motor Company, , General Motors company, 2001

Engineer's Relay Handbook, 5th edition, Relay and Switch Industry Association, 1996

KALPAKJIAN, Serope; SCHMID, Steven R., **Manufacturing Engineering and Technology**, 4th Edition, Prentice Hall, 2001

GERTHSEN, Christian; VOGEL, Helmut, **Física**, 2ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 1998.

4. Anexos

4.1 Curva dinâmica

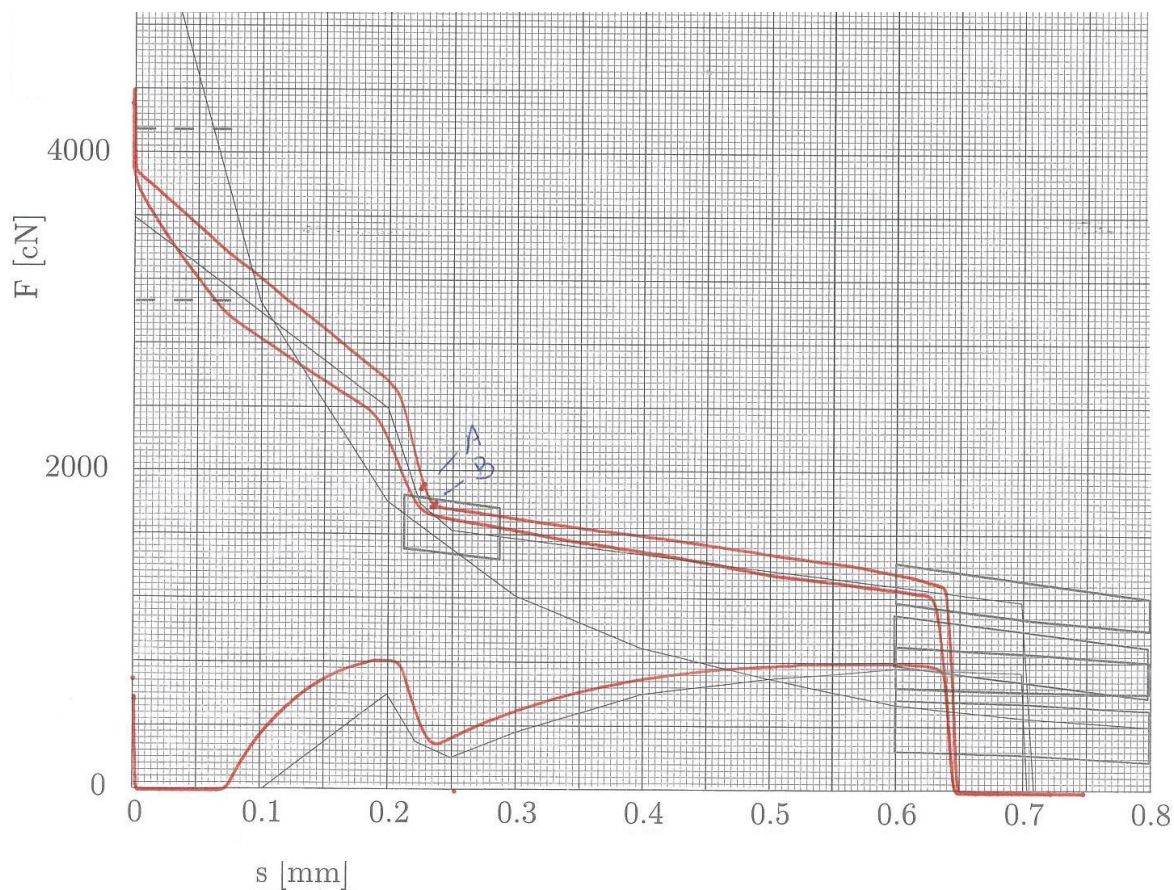


Figura 10 – Curva dinâmica usada para extrair os dados apresentados.

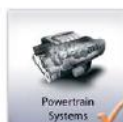
4.2 Especificação técnica do relé BDS-A



High Current Solutions
High Current Devices

Catalog 1308028-2
Revised 3-2008

Battery Disconnect Switch BDS-A



Features

- Limiting continuous current 190 A at 85°C
- Electrically settable and resettable ON/OFF bistable device
- Suitable for voltage levels up to 42 V
- High peak current carrying capability up to 1500 A

Typical Applications

- Preheating systems (e.g. for diesel engines, catalytic converters)
- Battery disconnection to prevent fire caused by short circuits during an accident
- Dual battery applications provide the start reliability by a separate starter battery
- Energy-management
- Keeps the power net in balance and to control and secure the health of the energy storage systems
- Seasonal, service and transport deactivation

Please contact Tyco Electronics for relay application support.



130-C_302

Design

- ELV/RoHS/WEEE compliant
- Dustproof; protection class IP54 to IEC 529 (EN 60 529)
- Weatherproof protection

Weight

Approx. 210 g (7.41 oz.)

Nominal Voltage

12 V or 24 V

Terminals

- Quick connect terminals (coil)
- Screw terminals (load)

Conditions

All parametric, environmental and endurance tests are performed according to EIA Standard RS-407-A at standard test conditions unless otherwise noted:
23°C ambient temperature,
20 - 50% RH, 998.9 ±33.9 hPa.

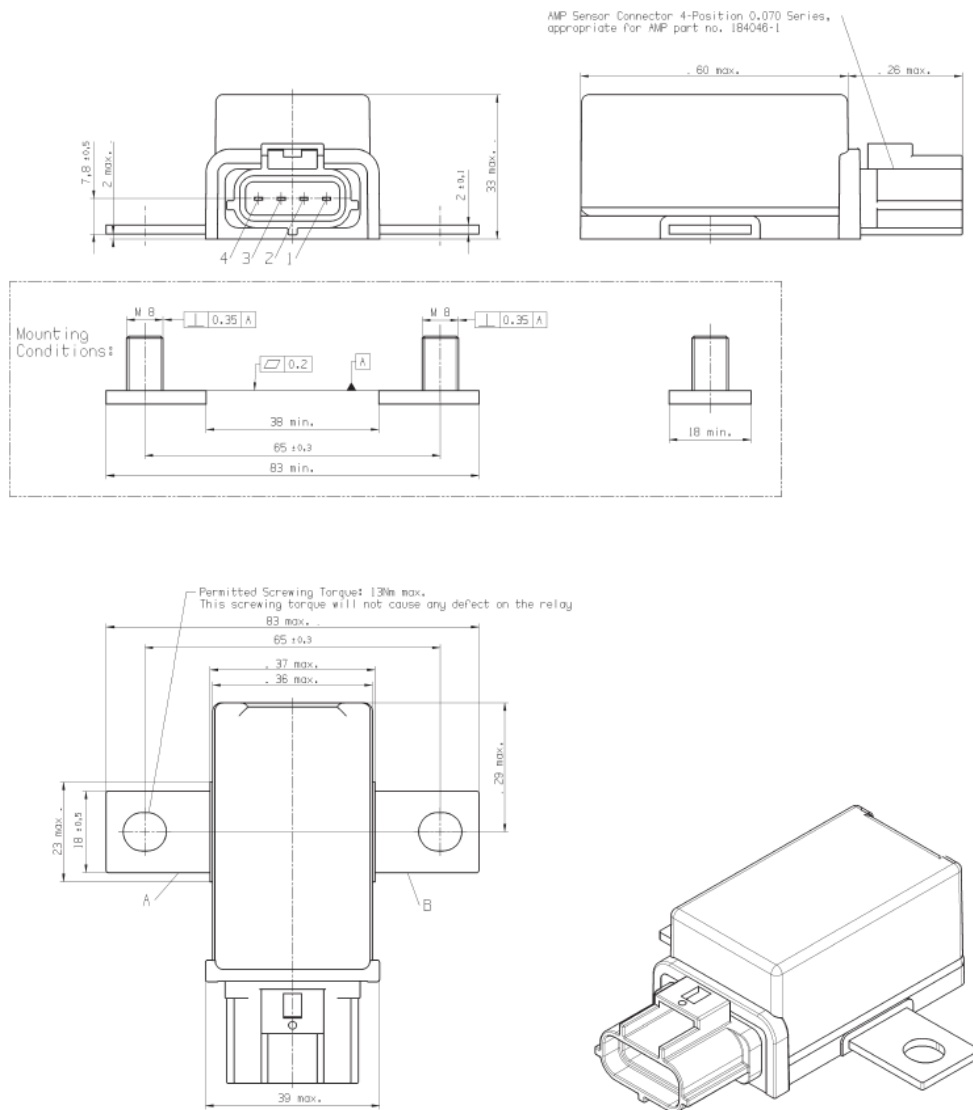
For general storage and processing recommendations please refer to our Application Notes and especially to *Storage* in the "Glossary" page 23 or at <http://relays.tycoelectronics.com/appnotes/>

Disclaimer

All technical performance data apply to the relay as such, specific conditions of the individual application are not considered. Please always check the suitability of the relay for your intended purpose. We do not assume any responsibility or liability for not complying herewith. We recommend to complete our questionnaire and to request our technical service. Any responsibility for the application of the product remains with the customer only. All specifications are subject to change without notification. All rights of Tyco Electronics are reserved.


Battery Disconnect Switch BDS-A

Dimensional Drawing



130C_DD_3

Battery Disconnect Switch BDS-A

Contact Data for cable size $\geq 50 \text{ mm}^2$		
Contact configuration	Form X	
Circuit symbol ^{1), 2)}		
Rated voltage	12 V	24 V
Rated current	190 A	
Limiting continuous current		
23°C	260 A	
85°C	190 A	
125°C	88 A	
Contact material	Silver based	
Load current	From terminal B to A	
Carrying capability: 1000 A 1 s on, 9 s off, 23°C, 50 mm ²	50.000 operations ³⁾	
Carry starter current: 1500 A 0.2 s/600 A 5 s on, 60 s off, 23°C, 50 mm ²	50.000 operations ³⁾	
Voltage drop at 100 A (initial, after 1 min)	< 40 mV	
Electrical endurance: 180 A 0.1 mH 1.5 s on, 5 s off, (-40/25/120)°C/2 h each, 35 mm ²	13.000 operations	—
Electrical endurance: 100 A 0.1 mH 1.5 s on, 5 s off, (-40/25/120)°C/2 h each, 35 mm ²	50.000 operations	—
Electrical endurance: 150 A 0.1 mH 0.5 s on, 5 s off, (-40/25/120)°C/2 h each, 35 mm ²	—	25.000 operations
Electrical endurance: 100 A 0.1 mH 0.5 s on, 5 s off, (-40/25/120)°C/2 h each, 35 mm ²	—	70.000 operations
Switching capability: 1500 A 0.5 s on, 10 min off, 23°C, 50 mm ² resistive load	5 operations ³⁾	
Max. temperature at load terminals	140°C	
Mechanical shock, half sine, 6 ms, 6 directions (OFF→ON)	40 g ³⁾	

¹⁾ Delivery status "ex works".

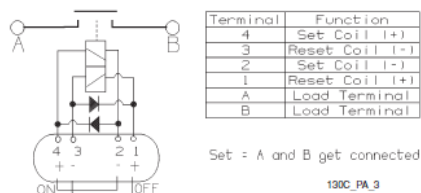
²⁾ Refer to *Latching Relay* in the "Glossary".

³⁾ Values are influenced by system temperature and load current. For further details please consult our Technical Application Engineers.

Circuit Diagram

X2C2D

1 Double make contact/1 Form X
with 2 Coils and 2 Diodes



Coil Data		
Available for nominal voltages	12 V	24 V
Must operate voltage at 20°C (ON→OFF→ON) ¹⁾	6 V	12 V
Non operate voltage at 20°C ¹⁾	2 V	4 V
Test voltage winding/contact, contact-contact ¹⁾	500 VAC _{ms}	
Ambient temperature range	-40 to +120°C	
Coil excitation pulse length recommended/maximum	50 ms/100 ms	
Switching time at 14 V	ON-OFF typ. 5 ms/OFF-ON typ. 5 ms	
Noise level ²⁾	Typ. 86 dB (A)	

¹⁾ Values are influenced by system temperature and load current. For further details please consult our Technical Application Engineers.

²⁾ Equivalent average sound pressure level leq, switch cycled with 1 Hz, microphone distance 10 cm, measuring time 15 s.

Battery Disconnect Switch BDS-A

Environmental Conditions

Temperature range, storage	Refer to <i>Storage</i> in the "Glossary" catalog page 23 or http://relays.tycoelectronics.com/appnotes/			
Test	Relevant standard	Testing as per	Dimension	Comments
Vibration resistance ¹⁾	IEC 68-2-6 (sine sweep)		22 - 500 Hz, min. 10 g	No change in the switching state > 10 μ s
Shock resistance ¹⁾	IEC 68-2-27		11 ms, min. 40 g	No change in the switching state > 10 μ s
Sealing	EN 60529 (IEC 529)		IP54	

¹⁾ Values are influenced by system temperature and load current. For further details please consult our Technical Application Engineers.

Ordering Information

Part Numbers (see table below for coil data)		Circuit/Contact Arrangement	Contact Material	Enclosure
Relay Description	Part Number			
V23130-C2021-A412	1-1414939-4	1 Form X/1 Double make contact	Silver based	IP54
V23130-C2421-A431	7-1414778-3	1 Form X/1 Double make contact	Silver based	IP54

Coil Versions

Coil Data for BDS-A	Rated Coil Voltage (V)	Coil Resistance $\pm 10\%$ (Ω)	Must Operate Voltage at 20°C (V)	Must Release Voltage at 20°C (V)
V23130-C2021-****	12	4.7	6.0 (Set-Reset)	6.0 (Set-Reset)
V23130-C2421-****	24	19.9	12.0 (Set-Reset)	12.0 (Set-Reset)

Standard Delivery Packs (orders in multiples of delivery pack)

BDS-A: 24 pieces